



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 C12M 1/04</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/50384</p> <p>(43) 国際公開日 1999年10月7日(07.10.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01585</p> <p>(22) 国際出願日 1999年3月29日(29.03.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/86558 1998年3月31日(31.03.98) JP 特願平10/169403 1998年6月17日(17.06.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 マイクロガイア(MICRO GAIA CO., LTD.)(JP/JP) 〒411-0931 静岡県駿東郡長泉町東野八分平50番地の15 Sizuoka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 平林征四郎(HIRABAYASHI, Seishiro)(JP/JP) 〒411-0023 静岡県三島市加茂26番地の13 Sizuoka, (JP) プリルツキー アレキサンダー (PRILUTSKY, Alexander)(IL/IL) ペル シェバ イエルサレム ストリート 63/5 Sheva, (IL) 貞松久人(SADAMATSU, Hisato)(JP/JP) 〒216-0015 神奈川県川崎市宮前区菅生1丁目12番地6号 Kanagawa, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 岡部正夫, 外(OKABE, Masao et al.) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 富士ビル602号室 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AU, CN, JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: FINE ALGAE CULTURE DEVICE</p> <p>(54)発明の名称 微細藻類培養装置</p> <div data-bbox="451 1260 1185 1722"> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>An enclosed domed, conical or cylindrical culture device used for culturing fine algae and a gas jet unit freely movable within the device. The culture device basically consists of a transparent inner member (semi-spherical dome, conical circumferential wall, cylindrical circumferential wall), a transparent outer member and a bottom part for connecting the lower edges of the both members together, wherein a cylindrical opening is provided in the top of the outer member, and a gas introduction member and a culture solution discharge member at the bottom part. The gas jet unit basically consists of two opposing square base plates, a bubble induction member and a jet nozzle, providing culture solution agitation without requiring a mechanical agitation, and high-concentration culturing.</p>		

この発明は、微細藻類の培養に使用される密閉型のドーム形状、円錐形状または円筒形状の培養装置と装置内で移動自在のガス吐出装置に関する。培養装置は基本的には透明な内側の部材（半球状ドーム、円錐周壁、筒状周壁）と透明な外側の部材と両部材の下端部を連結する底部よりなり、外側部材の頂部に円筒開口部が、また底部にはガス導入部材と培養液の排出部材が設けられたものであり、ガス吐出装置は基本的には対向する二つの方形基板、気泡誘導部材、吐出ノズルよりなっている。機械的攪拌をすることなく培養液を攪拌できるとともに高濃度培養が可能となる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパブリック第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BS ベルムーズ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴェトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明 細 書

## 微細藻類培養装置

## 技術分野

この発明は、微細藻類等の光合成生物の培養に用いられるドーム形状、円錐形状または円筒形状の培養装置と、この装置内で移動自在に設けられた培養に必要なガスを培養液に供給するとともに培養液を攪拌する作用を有するガス吐出装置、あるいはこの培養装置とガス吐出装置とを組み合わせた培養装置に関するものである。

## 背景技術

従来より、ビタミン類、アミノ酸、色素類、タンパク質、多糖類、脂肪酸などの有用物質を製造するために、あるいは地球温暖化の原因の1つとされる二酸化炭素を処理するために、クロレラとかスピルリナなどの微細藻類を含む微生物を大量に培養する研究が広く行われ、その研究成果に基づいた培養物の製品が市販されている。

これらの微生物の中で藻類のほとんどが、二酸化炭素を吸収し光合成作用により有用物質を生合成するものである。この場合、藻類の培養が効率よく行われることが重要であるから、光合成を効率よく行われるための培養装置が必要である。このため、従来の培養装置の改良、新しい培養装置の開発が行われている。

従来より、藻類の培養装置として、たとえば培養池、レースウェイ型培養装置、チューブラ型培養装置、液膜形成培養装置などが広く知られている。培養池は、屋外にたとえばコンクリート製の培養池または培養槽を作り、この槽に培養液を入れて池を形成し、この中でクロレラのような微細藻類を太陽光を利用して培養する形式のものである。しかし、この形式のものは、たとえば3000㎡という池の表面積を必要とするから、通常巨大なものになってしまう。

また、この形式により微細藻類を培養した場合、培養が進行するにつれて培養液中の微細藻類の濃度が高くなり、液が緑色に濃く染まってしまい、太陽光が培養池の底部にまで到達しない。このような現象から、微細藻類の培養濃度を低く

しない限り、藻類の光合成効率が全体として低下する問題が生じる。

このため、液の深さを15 cm以上にすることができないし、微細藻類を大量培養するためには広大な土地が必要である。また培養液の濃度を高くすることができないため、培養物を液から回収する場合、ぼう大な量の低濃度の培養液から培養物を回収しなければならないという問題が生じている。

一方、培養池を攪拌して微細藻類が光合成するのを容易にしなければならないが、低濃度のぼう大な液量を攪拌するために多量のエネルギーが必要となる。さらに、培養池は屋外でしかも開放されているため、ほこり、ごみなどの夾雑物が液に混入しやすく、また、空気中に浮遊する微生物とか別の藻類が池に混入し、繁殖することから、純度の高い、高品質の培養物が得られないという問題も生じている。

また、培養池は、屋外であるため気候の変動により温度が上下し、池の温度を一定に保持することが非常に困難である。特に地域により冬季は温度が下がりすぎるという欠点がある。

このような事情から、培養池を利用した藻類の培養は、高pH、塩分濃度が高いなどの特殊な条件下で生育することの可能なクロレラ、スピルリナ、ドナリニラという藻類にしか適用できないという欠点がある。

レースウェイ型培養装置は、培養槽の内部を整流板で区切って、培養液の巡回路を形成したものであって、この巡回路に培養液を循環手段により巡回させる方法により藻類を培養する。この方式は培養池の方式を改良したものではあるが、培養池による培養法と同様に培養の進行に伴って藻類の光合成速度が低下するため光の効率的な利用ができない。このために炭酸ガスの利用効率が低いという問題も生じる。光の効率的な利用を達成するため、太陽光を光ファイバーを介して液に照射するなどの提案もされている。（実開平5-43900）

しかし、この方式を利用して藻類の培養を行う場合、機械的な攪拌により液を巡回させるため、藻類の細胞が破壊されとかシアーストレス（剪断応力により藻類が切断され、細胞の活性が低下して増殖速度が遅くなるという現象）が生じるなどの欠点を避けることができない。

チューブラ型培養装置は、光透過性のチューブからなる培養槽を用いて微細藻類などを培養する装置である。この装置を利用して藻類を培養すると、雑菌など

による培養液の汚染がなく、培養濃度も高くすることができるので、培養液から藻類を分離し、藻類が産生する有用物質を回収する場合にはきわめて有利な方法である。

しかしながら、長期間藻類を培養すると、藻類がチューブ内壁に付着し、チューブを透過する光の量が極端に低下する。このような現象から効率的な微細藻類の培養が困難であるとともにチューブ内壁に付着した藻類を除去することが容易ではない。

このような問題を解決するためにチューブ内に洗浄用ボールを挿入し、このボールを常に培養液とともに循環させてチューブの内壁を洗浄する方法が提案されている（特開平6-90739）。しかし、この方法によってもチューブの内壁のよごれ、藻類の付着をうまく取り除き続けることはできないし、ボールを回収し洗浄しなければならないし、また常にボールをチューブ内を循環させなければならないなどの問題が多い。さらに、この方式による藻類の培養の問題は、チューブ内で培養が行われるため、藻類が光合成によつてはき出す酸素ガスがチューブ内に滞留し、この酸素が逆に藻類の光合成を阻害する作用（光合成阻害）を起こすことである。このため、光合成で発生する酸素による培養への悪影響を抑えるための装置の工夫も提案されている。（特開平9-121835）

液膜形成培養装置は、培養槽の上面に光透過性のドーム状蓋体を設け、培養液をドーム状蓋体の頂部の内面に下方から噴出させて、蓋体内面に培養液の液膜を形成させ、この液膜に光を照射するものである。（特開平8-38159）

しかし、この提案された方式では、液膜を形成させ続けるためには循環ポンプが必要であるとともに大量培養には適していないし、太陽光の利用ができないなどの問題点がある。

微細藻類は、光合成によつて体内に有用な物質を蓄積するので、微細藻類にいかにか効率よく光合成を行わせるかが大きな課題となる。光合成を効率よく行わせる要因として考えられるものは、培養装置の受光面積の拡大、培養液の効率的攪拌、培養液の厚さあるいは深さの調整、培養装置の内部表面に付着する微細藻類の除去洗浄の容易性、温度制御、雑菌・ほかの微細藻類および夾雑物の混入の防止などがある。

受光面積の問題は、いかに受光面積を大きくとり、またいかに光を効率的に培

養液にあてるかによって左右される。

たとえば培養槽、培養池の場合、その表面積は、培養槽や培養池の表面によって決まるから、表面積を大きくするためには槽や池の大きさを大きくすることのみによって達成でき、代わりの手段がない。

培養液の攪拌は、培養液に光を均一に照射するためには不可欠であって、通常その手段は、たとえばポンプによる液の攪拌とか移動によるもの、あるいは槽・池などでの機械的攪拌によるものが多い。

しかし、このような機械的攪拌は、微細藻類の細胞の破壊とかシアーストレスの原因となるので好ましくない。

微細藻類の種類により光合成速度が異なるため、遅いものと速いものとは培養液の深さを変えてやる必要があり、また目的とする培養濃度に応じてその深さを変えてやる必要がある。このように培養液の厚さあるいは深さは微細藻類の種類と目的とする培養濃度などの条件に応じて自由に調整できるものでなければならない。

培養装置の内側表面に付着する微細藻類の除去・洗浄は、屋外での開放型の培養池や培養槽ではあまり問題とはならない。しかし、密閉型の培養装置では、付着した微細藻類が光を通さなくなるため、この除去・洗浄をどうしても行う必要がある。そして、培養が終了した段階で、つぎの培養を行うために、装置の内側表面を洗浄し、付着物を容易に除去できる装置構造となっていなければならない。

温度制御は、とくに密閉型の装置では夏期に液の温度が上昇しすぎて培養のトラブルが発生するため、非常に重要である。この解決策の1つとして培養液に冷水を混入する方法があげられるが、培養液が希釈されつぎの工程の培養物の回収で希釈された大量の培養液を取り扱わなければならない。このためこの方法は工業的に非常に不利となる。

また、培養装置は、通常屋外で使用するための装置であるか、あるいは屋内で使用するための装置のいずれかである。このため、屋外用の装置を屋内で使用すると光の利用効率が低いという問題が生じ、一方屋内用の装置を屋外では使用できないという問題が生じている。簡単な構造の培養装置で、屋内でも屋外でも通常の培養条件により培養できるものが必要となってきた。

培養液の攪拌は、培養を均一に行わせるためにどうしても必要な操作である。

これは、①液体培地の表面層部分と深層部分とでは培養速度に差が生じるため、②空気とか二酸化炭素などのガスを液体培地、すなわち培養液の全体にわたって均一に分配しなければならないため、③培養すべき微細藻類に光を均一に分配しなければならないため、④培養中にコロニーを形成しやすい微細藻類が沈んで液底部にたまるのを防ぐとともに培養液中に再分散されるようにするため、などの目的からである。

このような培養液を常時攪拌するとともに、この培養液に必要な空気あるいは炭酸ガスなどを供給する必要がある。

したがって、本発明は、微細藻類の密閉型の培養装置でありながら、従来の開放型あるいは密閉型の培養装置の欠点を改良した培養装置を提供することを目的とし、その培養装置の形状はドーム形状、円錐形状あるいは円筒形状のものであって、①雑菌とか夾雑物が混入せず、②培養液の温度制御で容易で、③培養液を機械的に攪拌しなくても液の攪拌ができるので藻類の細胞が破壊されたり、シアーストレスが生じず、④培養濃度を高くすることができ、⑤装置の洗浄が容易で、⑥発生する酸素により培養が阻害されず、さらに⑦光の利用効率が高いなどの利点を有するものである。

また、本発明は、培養装置で使用するガス吐出装置を提供することを目的とし、この装置を使用して培養液に必要なガスを供給すると、装置が移動運動をして液を攪拌するとともに、吐出されるガスによっても液が攪拌され、供給されるガスと培養液との接触がきわめて良好となり、培養効率が上昇するなどの利点がある。

さらに、本発明は、上述の培養装置とガス吐出装置とを組み合わせることを特徴とする培養装置に関するものである。

## 発明の開示

本発明の微細藻類の培養装置は、ドーム形状、円錐形状または円筒形状のいずれかの形状のものから選ばれる培養装置であって、ドーム形状の培養装置は、透明な材料よりなる外側半球状ドームと透明な材料よりなる内側半球状ドーム、および両ドームの下端部を連結する底部よりなり、外側半球状ドームの頂部には円筒開口部が設けられ、底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられるとともに、必要に応じて円筒開口部の外側に散水用

部材が、また底部外周に散水受器が配設されていることを特徴とするドーム形状の培養装置であり、

円錐形状の培養装置は、透明な材料よりなる外側円錐周壁と透明な材料よりなる内側円錐周壁、および両周壁の下端部を連結する底部よりなり、外側円錐周壁の頂部には円筒開口部が設けられ、底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられるとともに、必要に応じて円筒開口部の外側に散水用部材が、また底部外周に散水受器が配設されていることを特徴とする装置であり、

また、円筒形状の培養装置は、透明な材料よりなる上壁を有する外側筒状周壁と透明な材料よりなる上壁を有する内側筒状周壁、および両周壁の下端部を連結する底部よりなり、外側筒状周壁の上壁中央部には円筒開口部が設けられ、底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられるとともに、必要に応じて円筒開口部の外側に散水部材が、また底部外周に散水受器が配設されていることを特徴とする装置である。

また、微細藻類の培養装置に使用するためのガス吐出装置は、対向する2つの方形基板、断面コ字状あるいは断面逆U字状で、下方に開放された気泡誘導部材および吐出ノズルより構成され、気泡誘導部材は方形基板の上側面に対して傾斜して設けられ、その上面の傾斜壁がその上端部においてほぼ水平に折り曲げられて延在する上壁を形成しているとともに、傾斜壁および上壁の両側端より垂下される側壁を有し、かつ両側壁の下端部が方形基板の上側面で接合されており、

吐出ノズルは、傾斜壁の下方部に穿設された貫通孔を貫通して回転自在に取り付けられたものであることを特徴とする装置であって、必要に応じて対向する方形基板のうち、少なくとも一方が先端部および／または後端部において同一方向に折り曲げられており、また、少なくともいずれか一方の方形基板に重量調節手段が設けられていることを特徴とするものである。

また、本発明は、上述の培養装置とガス吐出装置とを組み合わせる培養装置である。

培養装置で使用する透明な材料としては、透明で光透過性に優れ、耐候性、耐紫外線性のある材料であれば何でも使用でき、たとえば、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ガラスなどの材



料があげられるが、加工のしやすさなどの点から合成樹脂がよく、特にアクリル樹脂は上記の特性を有することから最も好ましい材料である。

培養装置に導入するガスとしては、その成分中に炭酸ガスを含むものでなければならないが、空気に炭酸ガスを混入して炭酸ガス濃度を高めたものでもよいし、また空気と炭酸ガスを別々に装置に導入してもよい。

炭酸ガスは、一番好ましいのは空気と混合して使用するのがよい。炭酸ガスを混合した空気が、培養液を攪拌しながら上昇していく際、炭酸ガスは培養液中に分散・吸収されるとともに、空気は培養により発生する酸素を培養液より取り去る働きをする。そして、炭酸ガスを単独で培養液に導入すると、導入する割合が低くなるため、培養液中への炭酸ガスの分散速度がどうしても遅くなる傾向がある。

円筒開口部は、培養液に注入された空気や未使用の炭酸ガスや発生する酸素を大気中に放散する作用を有するが、開放された開口部では、ゴミなどの夾雑物が入りやすい。このような物質の混入を防止するため、フィルター部材を開口部に設けるとか、蓋部材を開口部に設けて、フィルター部材と同様の作用をもたせることが好ましい。

この開口部は、外側半球状ドーム、外側円錐周壁、あるいは外側筒状周壁の上壁と一体で成形してもよいし、別体で成形したものを固着したものであってもよい。

培養装置本体として使用するドーム形状、円錐形状、あるいは円筒形状の培養装置は、外側部材と内側部材をそれぞれ一体で形成したものでもよいし、一方を一体で形成し、他方を2分割とか4分割など適宜分割した部材を組み立てたものであってもよいし、両方を分割した部材を組み立てたものであってもよい。培養装置の大きさと形状により装置の作り方を決定すればよい。

さらに、散水受器は、散水され装置外表面を落下する水流を受けることができる部材であれば、その材料と構造は問わない。材料としては、金属材料とかプラスチック材料があげられる。

また散水受器の構造としては、培養装置本体とは別体で成形したものであってもよいし、培養装置外側部材の下端部を外周水平方向に延在させ、その先端部を上方に折り曲げて受器を構成したものであってもよいし、また培養装置内側部材の下端部を外周水平方向に延在させ、その先端部を上方に折り曲げて散水受器を

構成したものであってもよい。

好ましいのは培養装置本体とは別体で成形した部材で散水受器を構成することである。

また、底部に設けられる空気および／または炭酸ガスの導入部材としては、ガス吐出孔を多数穿設した管状部材を使用してもよいし、底部にガス吐出孔を設けたものであってもよい。

この導入部材から培養液に導入されたガスは、培養液中を上昇するガスの上昇に伴って培養液が攪拌されることとなるのでわざわざ機械的に培養液を攪拌する必要がない。したがって、この方法によれば機械的な攪拌による細胞の破壊とかシアーストレスの発生を防止することができる。

また、ガスの上昇に伴って、光合成により発生する酸素ガスを培養液より効率的に早く放出させることができる。

培養液を培養装置に供給する方法としては2つある。その1つは底部に供給部材（たとえば、底部に設けられた供給孔）を設け、この供給部材を通して培養液を供給する方法である。

2番目の方法は、頂部の円筒開口部から培養液を供給する方法である。

装置に各種の供給部材や導入部材を設けることは、装置の複雑化を招き、それと同時に培養する微細藻類の種類を変更しようとする場合にコンタミネーションの問題が生ずる。

そこで、第2番目の方法が一番好ましいものである。

培養装置の外側の部材も、内側の部材もともに透明な材料より構成されているので、培養装置の内側空間に人工光源を設ければ、野外培養においては夜間も培養が可能となる。また室内培養においては培養装置の内側と外側の2つの人工光源によって効率的な連続培養を実現することができる。

ドーム形状の培養装置は、専有面積が小さいが表面積は大きいので、受光面積が大きい。そして、この装置では、培養液の攪拌がきわめて良好に行われる。また、この装置は、プラスチックで形成する場合、真空成形により容易に成形でき、一番安価に作製することができる。

このような理由から、ドーム形状の培養装置が微細藻類培養装置として一番好ましいものである。

培養条件を制御・監視するために温度センサー、液面レベルセンサー、pHセンサー、溶存酸素量センサーなどの各種のセンサーを培養装置に設けることが好ましい。このセンサーは、円筒開口部あるいは装置の外壁を介して設けられる。

本発明のガス吐出装置は、空気などのガスを培養装置の底部に向けて斜め下方に放出するので、装置内でカエルが飛びはねるようにピョンピョン飛びはねながら、前進する。この動作により培養液がはげしく攪拌されるとともに、放出されたガスが培養液を上昇する際に培養液を攪拌する。とくに、培養する微細藻類がコロニーを形成しやすい場合には、ガス吐出装置から吐出されるガスによってコロニーが破壊され、培養液中に微細藻類が分散され、培養効率が向上する。

ガス吐出装置は通常プラスチックによって構成されるが、重量調節手段を設けて、装置の重さを調節する。

本発明の培養装置を利用して培養することができる微細藻類は、従来から商業的に成功しているクロレラ (*Chlorella*)、スピルリナ (*Spirulina*)、ドナリエラばかりでなく、各種の微細藻類を培養できる。たとえば、 $\beta$ -ケトカロチノイド (アスタキサンチン) を産生するヘマトコッカス・プルビイアリス (*Haematococcus pluvialis*)、海洋性魚類養殖用の生餌となったり高度不飽和脂肪酸 (DHA) を産生するイソクリシス・ガルバーナ (*Isocrysis galvana*)、同じく海洋性魚類養殖用の生餌となったり高度不飽和脂肪酸 (EPA) を産生するナンノクロロプシス・オキュラータ (*Nannochloropsis oculata*) などの有用性物質を産生する付値価値の高い微細藻類があげられる。本発明の培養装置はこれらの微細藻類を高濃度でしかも光の高い利用効率で培養することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の培養装置のドーム形状のものの断面図であり、

第2図は、第1図で示されたドーム形状の培養装置による培養時の様子を示す部分的模式図であり、

第3図は、第1図で示されたドーム形状の培養装置の正面図であり、

第4図は、第1～3図で示されるドーム形状の培養装置を利用した微細藻類の大量培養システムを示す説明図であり、

第5図は、この発明の円錐形状の培養装置の断面図であり、

第 6 図は、第 5 図の円錐形状の培養装置の正面図であり、  
第 7 図は、この発明の円筒形状の培養装置の断面図であり、  
第 8 図は、第 7 図の円筒形状の培養装置の正面図であり、  
第 9 図は、ガス吐出装置の斜視図であり、  
第 10 図は、第 9 図のガス吐出装置の側面図であり、  
第 11 図は、第 9 図のガス吐出装置の平面図であり、  
第 12 図は、第 9 図のガス吐出装置の断面図であり、  
第 13 図は、第 9 図のガス吐出装置の吐出ノズルの拡大断面図であり、  
第 14 図は、ガス吐出装置がガスを培養液中に吐出したときの様子を示す断面説明図であり、

第 15 図は、ドーム形状の培養装置自体とガス吐出装置とを組み合わせた培養装置の断面説明図であり、

第 16 図は、第 15 図の一部切り欠き上面図であり、

第 17 図は、円錐形状の培養装置自体とガス吐出装置とを組み合わせた培養装置の断面説明図であり、

第 18 図は、円筒形状の培養装置自体とガス吐出装置とを組み合わせた培養装置の断面説明図であり、

第 19 図は、本発明のガス吐出装置の他の例を示す斜視図であり、

第 20 図は、本発明のガス吐出装置の別の例を示す斜視図であり、

第 21 図は、本発明のガス吐出装置のさらに別の例を示す斜視図であり、

第 22 図は、第 21 図における X-X' 断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説明するために、添付の図面にしたがって、本発明の培養装置およびガス吐出装置を説明する。

第 1 図ないし第 3 図は、ドーム形状の培養装置 1 を示す。

第 3 図は、ドーム形状の培養装置 1 の正面図であり、外側半球状ドーム 8 の頂部には円筒開口部 4 が設けられ、この円筒開口部 4 の外側にはドーム 8 を冷却するための散水部材 3 が設けられ、ドーム 8 の下部には散水部材 3 から散水された

水の散水受器 11 が設けられており、装置 1 は複数の固定部材 16 により支持されている。そして、培養装置の底部 14 には、ガス導入部材 6 と、培養液の排出部材 7 が取り付けられている。

第 1 図は、装置 1 の断面図である。この装置 1 は、外側半球状ドーム 8 と、内側半球状ドーム 9、および両ドームの下端部を連結する底部 14 により構成されている。そして、ドーム 8 の頂部には円筒開口部 4 が別体で設けられ、円筒開口部 4 の外側には散水部材 3 が設けられ、冷却水 15 がこの散水部材 3 よりドーム 8 の表面に散水され、ドーム 8 の表面を膜状となって覆いながら落下して散水受器 11 に至るようになっている。

この冷却水 15 により培養液 5 の温度を制御する（第 2 図参照）。

ドーム 8、ドーム 9、底部 14、円筒開口部 4、および散水受け器 11 は、透明な材料によりそれぞれ構成されている。透明な材料としてはアクリル樹脂が使用されている。また散水受器 11 の材料としてはステンレスなどの金属材料も好都合に使用できる。そして、散水受器 11 より冷却水は排水部材（図示せず）をとって排水される。排水された水は貯水され、冷却水として再び使用される。

底部 14 には、空気および／または炭酸ガスを培養液 5 に供給するためのガス導入部材 6、および培養液 5 を培養装置 1 から抜き取るための排出部材 7 が取り付けられている。底部 14 の上面には、管上面に多数の注入口が穿設されたガス注入管 10 が複数個配設され、ガス導入部材 6 の一部を構成している。ガス導入部材 6 により供給されるガスは、炭酸ガスを混合した空気が一番好ましいが、空気だけでもよい。

内側半球状ドームの内側空間には人工光源 2 を設けてある。人工光源 2 により、夜間の屋外培養の場合にも微細藻類に光合成を行わせることが可能となる。さらに室内培養の場合には培養装置の外側と内側から同時に人工光源により光合成を行わせることができ、この場合には培養液の深さあるいは厚さを大きくすることもできる。

第 2 図は、培養時の様子を模式的に示したものである。ガス注入管 10 より培養液 5 に放出されたガスの気泡 12 は、その浮力により外側半球状ドーム 8 の内壁に沿って培養液 5 中を上昇する。この気泡 12 の上昇の動きは培養液の上昇を促進するとともに気泡 12 に含まれる炭酸ガスは培養液に供給され、微細藻類の

光合成により発生する酸素は気泡 1 2 に取り込まれる。気泡 1 2 は培養液の表面で大気中に開放される。ドーム 8 の内壁に沿って上昇してきた培養液の流れ 1 7 は、内側半球状ドーム 9 の壁に沿って下降する。

このように、培養液に底部付近から供給される空気などのガスは、培養液に炭酸ガスを供給する一方で、発生する酸素ガスを取り込んで大気に放出する作用を有するとともに、培養液を同時に均一に攪拌するという作用を有するものである。

夏期では、培養液の温度が上がりすぎ、培養が困難となるような場合には散水部材 3 より冷却水 1 5 を外側半球状ドーム 8 の表面上に供給し、培養液の温度を調節することができる。冷却に使用された水は散水受器 1 1 を介して回収され、再度使用される。

屋外培養の場合、夜間にも培養を行うときには、内側半球状ドーム 9 の内側空間に設けた人工光源 2 を使用すると 2 4 時間連続培養が可能となる。

微細藻類は日中太陽光を受けてさかんに光合成を行って、増殖するとともに、体内に蛋白質、多糖類、脂肪酸、色素類、ビタミン類などの有用物質を産生し、蓄積するが、夜間においては、このような光合成が行われなため、日中に合成したものなどが、微細藻類自体のエネルギー消費によって、たとえば夏期においては、日中に比べて最大で藻類の菌体の約 2 0 % もの重量が失われてしまうため、大きなロスとなる。

そこでこのロスを防止するため人工光源により光合成を行わせてこの分を補うことができる。したがって、最小限の光合成を行わせるだけの光量の人工光源で十分であるが、これ以上の光合成を行わせてもさしつかえない。人工光源としては、たとえば蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプなどがあげられる。

室内培養の場合には培養装置 1 の外側と内側の両方から人工光源を利用し得行う。このように人工光源 2 を使用すると 2 4 時間効率的な連続培養が可能となる。

培養状況を監視するためには、培養液の温度、液面レベル、pH および溶存酸素量(DO)を常時測定し、これらの数値を最適範囲内に保つことが必要である。そこで、これらのセンサーを装置に取り付けることが望ましく、頂部の円筒開口部 4 を介して設置されるか、ドーム 8 あるいはドーム 9 のいずれか一方あるいは両方を介して設けるのがよい。ドームに取り付けると、装置が複雑化し、洗浄な

どに手間がかかるので、円筒開口部 4 を介して設置することが一番好ましい。

このドーム形状の培養装置 1 は、半径を異にする二種類の半球状ドームを任意に組み合わせることにより、2つのドーム間に形成される空間の容量と、ドーム間の距離を変化させることができる。このことは、培養液量と培養液の厚さあるいは深さを自由に設定できることを意味する。

さらに、培養液が接触する装置表面には微細藻類が付着するため、この付着物を除去し、洗浄する際には、この組み合わせた二種類の半球状ドームのうち、外側半球状ドーム 8 を取りはずし、それぞれを洗浄することもできるし、両者を取りはずして別の場所で洗浄することもできる。

半球状ドームは、外側半球状ドームはたとえば 2 分割したものを組み立てると非常に便利である。いずれにせよ、二種類のドームは、それぞれ一体で成型したものである必要はなく、複数に分割して成型したものを組み立ててもよいものである。

半球状ドームの形状としては、球体状のものを適宜の位置で切断した半球状のドーム型のものであってもよいが、光の利用効率、受光などの観点からみて、半球状程度のものが一番好ましい。

さらに球体状のものばかりでなく、卵形などの変形した球体状のものも本発明の対象である。

ドームの大きさとしては、たとえば直径 50 cm 程度のものから 200 cm 程度のものまで使用できるが、培養する微細藻類の種類と培養条件および培養目的に応じて適切な大きさのものを任意に選択して培養装置とすればよい。

二種類のドームの間隔は、微細藻類の種類と培養条件および培養目的にもよるが、最大の光合成効率が得られるように設定すればよい。通常は、好ましくは 2.5 cm ないし 10 cm、より好ましくは 5 cm 程度である。

つぎに、半径約 50 cm の外側半球状ドーム 8 と半径約 45 cm の内側半球状ドームとでドーム間隔 5 cm のドーム形状培養装置 1 を組み立て、かつ、ドーム 8 の頂部にはドーム 8 とは別体で成型した直径 6 cm の円筒開口部 4 を設けた。

この培養装置を使用して微細藻類スピルリナ・プラテンシス (*Spirulina Platensis*) を培養したところ、培養濃度として 10～20 g/リットル、生産性も 2.0～5.0 g/リットル/日を実現することができた。一方、従来の培養池方

式の場合には培養濃度が0.3～0.5 g／リットル、生産性も0.1～0.2 g／リットル／日である。そして、従来の培養方法に比較し生産性が約10倍に向上することが判明した。

また赤色色素のアスタキサンチンを産生するヘマトコッカス・プルビイアリス (Haematococcus Pluvialis) の培養では、培養濃度として5 g～10 g／リットルの高濃度培養により、色素アスタキサンチンを4%～8%の高含量を含む藻体 (バイオマス) の生産が可能であることが判明した。この赤色色素を産生するヘマトコッカス・プルビイアリス (Haematococcus Pluvialis) の培養は従来の培養池方式ではきわめて困難である。またさらに、海洋性藻類のナンノクロロプシス・オキュラータ (Nannochloropsis Oculata) でも約5 g～10 g／リットルの高濃度培養が可能であった。従来の方法では0.2～0.4 g／リットルが限度である。

第4図は、本発明による密閉型野外培養装置を多数配置して、微細藻類を同時にかつ大量に培養することができるシステムを示したもので、構成する個々の装置には、同時に同種類の微細藻類を入れて培養してもよいし、あるいは個々の装置には別々に種類の異なるものを入れて培養してもよいようになっており、個々の装置には各種のセンサーが取り付けられ、培養条件を制御できるようになっている。

このため、個々の装置で培養されている微細藻類の種類が相違しても、個々の装置の各種の培養条件を独立して制御できるので非常に有効である。

そして、個々の装置をある程度密に配置しても光の利用率ないし占有面積あたりの光の受光面積が大きいので非常に便利で、大量培養に適し、生産性は非常に高くなる。

第5図および第6図は、円錐形状の培養装置21を示す。

第6図は、円錐形状の培養装置21の正面図であり、透明な材料よりなる外側円錐周壁28の頂部には円筒開口部24が設けられ、この開口部24の外側には、周壁28を冷却するための散水部材23が設けられ、周壁28の下部には散水部材23から散水された冷却水の散水受器31が設けられ、装置21は複数の固定部材36により支持されている。



そして、装置 2 1 の底部 1 4 にはガス導入部材 2 6 と、培養液の排出部材 2 7 が取り付けられている。

第 5 図は、装置 2 1 の断面図である。この装置 2 1 は、透明な材料よりなる外側円錐周壁 2 8 と、透明な材料よりなる内側円錐周壁 2 9 および両周壁の下端部を連結する底部 3 4 により構成されている。外側円錐周壁 2 8 の頂部には円筒開口部 2 4 が別体で設けられ、開口部 2 4 の外側には散水部材 2 3 が設けられ、冷却水がこの散水部材 2 3 より周壁 2 8 の表面に散水され、周壁 2 8 の表面を膜状となって覆いながら落下して散水受器 3 1 に至るようになっている。冷却水により培養液 2 5 の温度を制御する。

周壁 2 8、周壁 2 9、底部 3 4、円筒開口部 2 4 および散水受器 3 1 は、アクリル樹脂のような透明な材料によってそれぞれ構成されている。

散水受器 3 1 から冷却水は排水部材（図示せず）をとおって排水される。

底部 3 4 には、空気および／または炭酸ガスを培養液 2 5 に供給するためのガス導入部材 2 6 および培養液 2 5 を装置 2 1 から抜き取るための排出部材 2 7 が取り付けられている。底部 1 4 の上面には、多数のガス注入口が管上面に穿設されたガス注入管 3 0 が複数個配設され、ガス導入部材 2 6 の一部を構成している。さらに、周壁 2 9 の内側空間には人工光源 2 2 が設けられ、屋外培養の夜間の際に光合成を連続して行うことができるようになっている。

第 7 図および第 8 図は、円筒形状の培養装置 4 1 を示す。

第 8 図は、円筒形状の培養装置 4 1 の正面図であり、透明な材料よりなる上壁 5 7 を有する外側筒状周壁 4 8 の上壁中央部付近に円筒開口部 4 4 が設けられ、この開口部 4 4 の外側には上壁 5 7 および周壁 4 8 を冷却するための散水部材 4 3 が設けられ、周壁 4 8 の下部には散水部材 4 3 から散水された冷却水の散水受器 5 1 が設けられ、装置 4 1 は複数の固定部材 5 6 により支持されている。

そして、装置 4 1 の底部 5 4 にはガス導入部材 4 6 と、培養液の排出部材 4 7 が取り付けられている。

第 7 図は、装置 4 1 の断面図である。装置 4 1 は、上壁 5 7 を有する外側筒状周壁 4 8 と上壁 5 8 を有する内側筒状周壁 4 9 および両周壁の下端部を連結する底部 5 4 により構成されている。そして上壁 5 7 の中央部付近には円筒開口部 4

4 が一体で設けられ、開口部 4 4 の外側には散水部材 4 3 が設けられ、冷却水がこの散水部材 4 3 より上壁 5 7 に散水され、周壁 4 8 の表面を膜状となって覆いながら散水受器 5 1 に至るようになっている。

冷却水により培養液 4 5 の温度を制御する。

周壁 4 8、周壁 4 9、上壁 5 7、上壁 5 8、円筒開口部 4 4 および散水受器 5 1 は、アクリル樹脂のような透明な材料によってそれぞれ構成されている。

散水受器 5 1 から冷却水は排水部材（図示せず）をとって排水される。底部 5 4 にはガスを培養液に供給するためのガス導入部材 4 6 および培養液 4 5 を装置 4 1 から抜き取るための排出部材 4 7 が取り付けられている。底部 5 4 の上面には、多数のガス注入口が管上面に穿設されたガス注入管 5 0 が複数個配設され、ガス導入部材 4 6 の一部を構成している。

さらに、上壁 5 8 および周壁 4 9 により形成される内側空間には人工光源 4 2 が設けられ、夜間でも光合成できるようになっている。

第 9 図ないし第 12 図はガス吐出装置 100 のそれぞれ斜視図、側面図、平面図および断面図を示し、第 13 図はガス吐出装置の吐出ノズルの拡大断面図を示すものである。

ガス吐出装置 100 は、対向する方形基板 101、101'、断面コ字状で下方に開放された気泡誘導部材 102、および吐出ノズル 103 よりなっており、気泡誘導部材 102 は、方形基板の上側面 107、107' に対して傾斜して設けられているとともにその上面の傾斜壁 104 およびその上端部がほぼ水平に延在した上壁 105 を有するとともに、傾斜壁 104 と上壁 105 の両側端部より垂下された側壁 106、106' を有し、両側壁 106、106' の下端部が両方形基板 101、101' の上側面 107、107' で接合されている。両方形基板は固定部材 108、108' により固定されている。

吐出ノズル 103 は、傾斜壁 104 の下方部に穿設された貫通孔 109 を貫通して回転自在に設けられている。ノズル 103 は貫通孔 109 から抜け出さないようにノズル 103 の外周部にストッパー 110、110' が貫通孔 109 をはさんで対向位置に設けられている。

培養装置本体は、ドーム形状のもの、三角錐形状のもの、円筒形状のもの、い

ずれの形式のものであっても、その底部の内側端と外側端は同心円の円周となっているので、円板の中央部分を丸くくりぬいた円形状となっている。このくりぬかれた円形状の底部を容易に移動できるように、第11図にみるように方形基板101、101'は先端部分および後端部分が同一方向に曲げられている。

そして、傾斜壁104の傾斜角は、方形基板の上側面に対して $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ となるように設計するのがよい。

第14図は、ガス吐出装置により、ガスを培養液中に吐出したときの様子を示す説明図である。

空気あるいは炭酸ガスを混入した空気などのガスは、培養装置とは別に設けられたガス供給装置（図示せず）から、ガス導入管111を経て吐出ノズル103に至り、その先端部から培養装置の底部112に向けて放出される。放出されたガス113は底部112に当たった後、気泡114となって気泡誘導部材102の内側すなわち、傾斜壁104および上壁105に沿って上昇し、上壁105の端部から培養液115中に送り出される。送り出された気泡114は液中を上昇し、培養液表面で大気へ放出される。ガスが培養液と接触している間に炭酸ガスが培養液に吸収され、一方藻類の光合成によって発生し培養液に気泡ないし溶解している酸素がガスに取り込まれる。気泡114は培養液中を上昇する際に液を同時に上方に押し上げるので、液の対流を発生させる。

吐出ノズル103の先端部から放出されるガスと気泡114により、ガス吐出装置自体に浮力が生じるとともに矢印で示した方向に推進力が生じる。このためガス吐出装置100は矢印方向に浮き上がった状態で移動する。移動すると装置100の自重により底部に着地し、また浮き上がって前進するという動作を繰り返すので、この動作により培養液が大きく攪拌されることになる。このガス吐出装置の培養液中での動作は、カエルがピョンピョン飛びはねながら前進していく動作と類似している。

ガス吐出装置100を形成する部材は、通常プラスチックであるが、プラスチック自体は培養液中では浮力もあり相当軽いものが多いので、プラスチックに比重の大きな充填剤を添加してある程度の重量を与えて成形したものか、あるいは方形基板101、101'に岩石粉末や充填剤粉末をエポキシ樹脂などの合成樹

脂で接着したものを積層して成形した人造石様のもの、あるいは方形基板 101、101' の下部を人造石様の材料で上部をプラスチックで形成したものか、あるいは、方形基板 101、101' の対向面の任意の箇所に鉛などの金属のおもりを着脱自在にして、ガス吐出装置 3 の全体の重さを調節可能としたものがあげられるが、全体の重さを調節可能としたものが一番好ましい。

第 15 図は、ガス吐出装置 100' およびドーム形状の培養装置本体 151 を組み合わせてなる培養装置 150 の断面説明図であり、第 16 図はその上面図であって、その一部を切り欠いたものを示す。

ここでは、培養装置本体 151 は、外側半球状ドーム 153 および内側半球状ドーム 152 および両ドームの下端部を連結する底部 154 とよりなり、かつドーム 153 の頂部には円筒開口部 155 が設けられており、その他の部材記載は省略されている。

これらの材料は、すべて透明な材料、たとえばアクリル樹脂である。

ガス導入管 157 が連結されたガス吐出装置 100' は、培養装置本体 151 の円筒開口部 155 より挿入され底部 154 に載置される。

ガス導入管 157 は、ポリウレタン、シリコン、合成ゴムなどの材料によって作製され、内側半球状ドーム 152 の表面に接している。

空気などのガスをガス吐出装置 100' に供給すると、この装置 100' は培養液中を飛びはねながら矢印の進行方向に前進する。この際、吐出されるガスと、ガス吐出装置の動きにより培養液は十分攪拌されることになる。

そして、環状の底部 154 上をガス吐出装置 100' が前進するので、第 16 図に示したように連結しているガス導入管 157 が内側半球状ドーム 152 の表面をこすりながら、すなわち、洗浄しながら装置 100' が底部 154 上を円運動することになる。つまり、ガス導入管 157 は、ドーム 152 の表面をこすりながら、すなわち、洗浄しながら装置 100' が底部 154 上を円運動することになる。つまり、ガス導入管 157 は、ドーム 152 の表面に藻類が付着するのを防止するとともに表面を洗浄する作用をする。

また、ガス吐出装置 100' は培養液 156 を攪拌しながら移動するので、藻類でコロニーを形成するようなものがあっても破壊されるとともに培養液中に再

び分散されるので非常に効率よく培養が行われる。

この際に、ガス導入管にねじれが生じるが、第 13 図に示すように吐出ノズルは回転自在になっており、吐出ノズルが貫通孔内で回転し、ねじれが解消される。

第 17 図は、ガス吐出装置 100” および円錐形状の培養装置本体 161 とを組み合わせる培養装置 160 の断面説明図である。

ここで、培養装置本体 161 は、透明な材料よりなる外側円錐周壁 163、透明な材料よりなる内側円錐周壁 162 および両周壁下端部を連結する底部 164 とよりなり、かつ周壁 163 の頂部には透明な材料よりなる円筒開口部 165 が設けられている。ここでは、その他の部材の記載は省略されている。

ガス導入管 167 が連結したガス吐出装置 100” は、円筒開口部 165 より挿入され、底部 164 に載置される。

空気などのガスをガス吐出装置 100” に供給するとこの装置 100” は、培養液中を飛びはねながら前進運動を繰り返す。この動きは第 15 図、第 16 図の培養装置で説明したとおりである。

第 18 図は、ガス吐出装置 100’ ’ ’ および円筒形状の培養装置本体 171 とを組み合わせる培養装置 170 の断面説明図である。

ここで、培養装置本体 171 は、透明な材料よりなる上壁を有する外側筒状周壁 173、透明な材料よりなる上壁を有する内側筒状周壁 172 および両周壁の下端部を連結する底部 174 とよりなり、かつ外側筒状周壁 173 の上壁中央部には透明な材料よりなる円筒開口部 175 が設けられている。ここでは、その他の部材の記載は省略されている。

ガス導入管 177 が連結したガス吐出装置 100’ ’ ’ は円筒開口部 175 より挿入され、底部 174 に載置される。

空気などのガスをガス吐出装置 100’ ’ ’ に供給すると、この装置 100’ ’ ’ は、培養液中を飛びはねながら前進運動を繰り返す。この動きは第 15 図、第 16 図の培養装置で説明したとおりである。

第 19 図は、本発明のガス吐出装置の他の実施例を示す斜視図である。

このガス吐出装置 200 は、第 9 図で示されたガス吐出装置 100 の構造とは、対向する方形基板 201、201' のうち、一方の方形基板 201 が他方の方形基板 201' より長さが短く、その先端部と後端部が折り曲げられていない点で相違するが、他の点では同じである。そして、202 は気泡誘導部材、203 は吐出ノズル、211 はガス導入管、201、201' は方形基板、204 は傾斜壁、205 は上壁、206 は側壁、207、207' は上側面、208、208' は固定部材をそれぞれ示す。

また、方形基板 201、201' には重量調節手段であるおもり（図示せず）が着脱自在にとりつけられている。

第20図は、本発明のガス吐出装置の別の実施例を示す斜視図である。

このガス吐出装置 300 は、第 9 図で示されたガス吐出装置 100 の構造とは、対向する方形基板 301、301' が両者ともその先端部と後端部が折り曲げられていない点で相違するが、他の点では同じである。そして、302 は気泡誘導部材、303 は吐出ノズル、311 はガス導入管、301、301' は方形基板、304 は傾斜壁、305 は上壁、306 は側壁、307、307' は方形基板の上側面、308、308' は固定部材をそれぞれ示す。

また、方形基板 301、301' には重量調節手段であるおもり（図示せず）が着脱自在にとりつけられている。

第 21 図は、本願発明のガス吐出装置のさらに別の実施例を示す斜視図である。また、第 22 図は、第 21 図におけるガス吐出装置の X-X' 断面図を示す。

このガス吐出装置４００は、対向する方形基板４０１、４０１'、および断面逆Ｕ字状の下方に開放された、外形く字状の気泡誘導部材４０２、およびガス導入管４１１が連結した吐出ノズル４０３よりなっており、気泡誘導部材４０２は、方形基板部の上側面４０７、４０７'に対して傾斜して設けられ、その上面の半円状の傾斜壁４０４の上端部が半円形状を保持したままほぼ水平に折り曲げられて延在する上壁４０５を形成し、かつその半円形状の側端部より垂下される両側壁（側壁４０６および他側壁（図示せず）よりなる）を有する断面逆Ｕ字状構造となっており、しかも前記両側壁の下端部が方形基板の上側面４０７、４０７'

で接合されている。吐出ノズル403は、断面逆U字状の気泡誘導部材402の傾斜壁404の下方の半円形状頂部に穿設された貫通孔409を貫通して回転自在に設けられているとともに該貫通孔409から抜け出さないように2つのストッパー410、410'が該貫通孔409をはさんで対向位置に吐出ノズル403の外周部に設けられている。

そして、上壁405と両側壁により形成される端部が開放されており、また方形基板401、401'が固定部材408、408'により固定されている。

この例においては2つの方形基板は、先端部および後端部で曲がっていないが、2つの方形基板の先端部および後端部が同じ方向に折れ曲がったものでもよいし、1つの方形基板のみが先端部および／または後端部で折れ曲がった構造のものであっても同様に使用される。

また、方形基板401、401'には重量調節手段であるおもり（図示せず）が着脱自在にとりつけられている。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる培養装置、ガス吐出装置、あるいは培養装置とガス吐出装置とを組み合わせた培養装置は、微細藻類の高濃度での培養に適したものであり、培養液をわざわざ機械的に攪拌する必要がなく、さらに装置の内部空間に人工光源を設けると、屋外においては24時間連続培養が可能であるとともに、屋内においては装置の内外から光を照射でき、連続培養を実現できるものである。

## 請 求 の 範 囲

1. 微細藻類の培養装置において、該装置はドーム形状、円錐形状または円筒形状のいずれかの形状のものから選ばれるものであって、

該ドーム形状の培養装置にあつては、透明な材料よりなる外側半球状ドーム、透明な材料よりなる内側半球状ドームおよび両ドームの下端部を連結する底部よりなり、かつ該外側半球状ドームの頂部には円筒開口部が、および該底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであり、

該円錐形状の培養装置にあつては、透明な材料よりなる外側円錐周壁、透明な内側円錐周壁および両周壁の下端部を連絡する底部よりなり、かつ該外側円錐周壁の頂部には円筒開口部が、および該底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであり、

または、該円筒形状の培養装置にあつては、透明な材料よりなる上壁を有する外側筒状周壁、透明な材料よりなる上壁を有する内側筒状周壁および両周壁の下端部を連結する底部よりなり、かつ該外側筒状周壁の上壁中央部には円筒開口部が、および該底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであることを特徴とする上記培養装置。

2. 培養装置の形状がドーム形状であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の培養装置。

3. 培養装置の形状が円錐形状であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の培養装置。

4. 培養装置の形状が円筒形上であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の培養装置。

5. 透明な材料がアクリル樹脂であることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の培養装置。

6. 円筒開口部の外側に散水用部材が、および底部の外周に散水受器がそれぞれさらに配設されていることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第5項のいずれかに記載の培養装置。

7. 内側半球状ドーム、内側円錐周壁または内側筒状周壁の内側空間に人工光源



がさらに配設されていることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第6項のいずれかに記載の培養装置。

8. 微細藻類の培養装置に使用するためのガス吐出装置において、該ガス吐出装置は対向する二つの方形基板、断面コ字状で下方に開放された気泡誘導部材および吐出ノズルより構成され、該気泡誘導部材は該方形基板の上側面に対して傾斜して設けられるとともに、該気泡誘導部材の上面の傾斜壁がその上端部においてほぼ水平に折り曲げられ延在する上壁を形成し、かつ該傾斜壁および該上壁の両側端より垂下される側壁を有し、かつ両側壁の下端部が方形基板の上側面で接合されており、該吐出ノズルは該傾斜壁の下方部に穿設された貫通孔を貫通して回転自在に取りつけられたものであることを特徴とする上記ガス吐出装置。

9. 培養装置に使用するためのガス吐出装置であって、対向する二つの方形基板、断面逆U字状の下方に開放された気泡誘導部材および吐出ノズルより構成され、該気泡誘導部材は該方形基板の上側面に対して傾斜して設けられ、その上面の半円状の傾斜壁の上端部が半円形状を保持したままほぼ水平に折り曲げられて延在する上壁を形成しているとともに、該傾斜壁および該上壁の両側端より垂下される側壁を有し、かつ両側壁の下端部が該方形基板の上側面で接合されたものであり、吐出ノズルは該傾斜壁の下方部に穿設された貫通孔を貫通して回転自在に取りつけられたものであることを特徴とする上記ガス吐出装置。

10. 請求の範囲第8項または第9項より選ばれるガス吐出装置であって、対向する二つの方形基板のうち、少なくとも一方が、先端部および／または後端部において同一方向に折り曲げられた構造のものであることを特徴とする上記ガス吐出装置。

11. 請求の範囲第8項ないし第10項より選ばれるガス吐出装置であって、対向する二つの方形基板の少なくとも一方に重量調節手段が設けられていることを特徴とする上記ガス吐出装置。

12. 培養装置本体とガス吐出装置からなる微細藻類培養装置において、

培養装置本体はドーム形状、円錐形状または円筒形状の培養装置であって、

該ドーム形状の培養装置にあつては、透明な材料よりなる外側半球状ドーム、透明な材料よりなる内側半球状ドームおよび両ドームの下端部を連結する底部よりなり、かつ、該外側半球状ドームの頂部には円筒開口部が、および該底部には

空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであり、

該円錐形状の培養装置にあっては、透明な材料よりなる外側円錐周壁、透明な材料よりなる内側円錐周壁および両周壁の下端部を連結する底部よりなり、かつ該外側円錐周壁の頂部には円筒開口部が、および該底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであり、

または、該円筒形状の培養装置にあっては、透明な材料よりなる上壁を有する外側筒状周壁、透明な材料よりなる上壁を有する内側筒状周壁および両周壁の下端部を連結する底部よりなり、かつ該外側筒状周壁の上壁中央部には円筒開口部が、および該底部には空気および／または炭酸ガスの導入部材および培養液の排出部材が設けられているものであることを特徴とし、

該ガス吐出装置にあっては、対向する２つの方形基板、断面コ字状または断面逆Ｕ字状で下方に開放された気泡誘導部材および吐出ノズルより構成され、該気泡誘導部材は該方形基板の上側面に対して傾斜して設けられるとともに該気泡誘導部材の上面の傾斜壁が上端部においてほぼ水平に折り曲げられて延在する上壁を形成し、かつ該傾斜壁および該上壁の両側端より垂下される側壁を有し、かつ両側壁の下端部のそれぞれが該方形基板の２つの該上側面で接合されており、該吐出ノズルは、該傾斜壁の下方部に穿設された貫通孔を貫通して回転自体に取り付けられていることを特徴とする上記培養装置。

１３．培養装置本体の透明な材料がアクリル樹脂であることを特徴とする請求の範囲第１２項記載の培養装置。

１４．培養装置本体の底部に、さらに空気および／または炭酸ガスの導入部材が設けられていることを特徴とする請求の範囲第１２項または第１３項記載の培養装置。

１５．培養装置本体にさらに円筒開口部の外側に散水部材が、および底部の外周に散水受器がそれぞれ設けられていることを特徴とする請求の範囲第１２項ないし第１４項のいずれかに記載の培養装置。

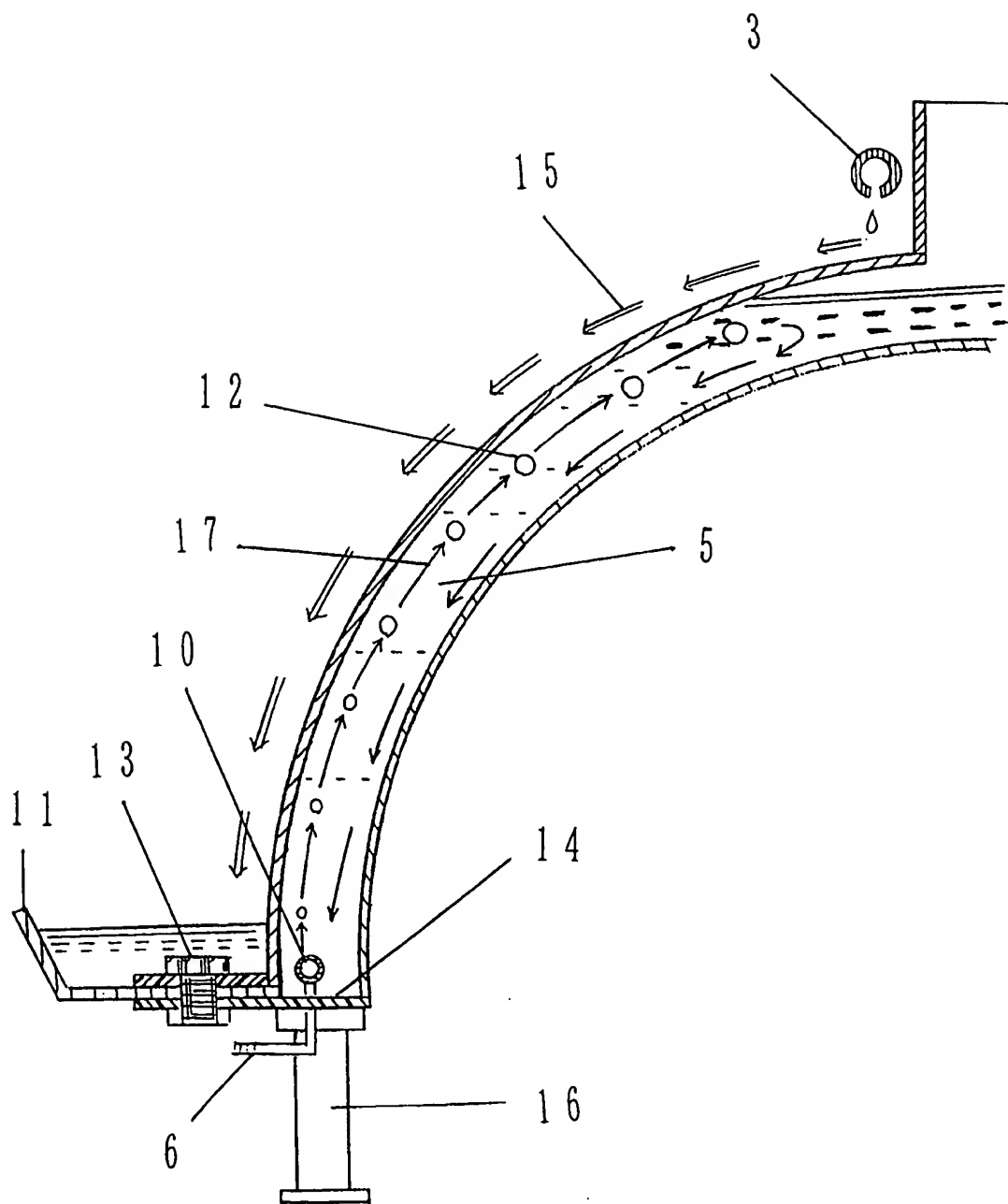
１６．培養装置本体にさらに、内側半球状ドーム、内側円錐周壁または内側筒状周壁の内側空間に人工光源が設けられていることを特徴とする請求の範囲第１２項ないし第１５項のいずれかに記載の培養装置。

17. ガス吐出装置の方形基板のうち少なくとも一方が先端部および／または後端部において同一方向に折り曲げられていることを特徴とする請求の範囲第12項ないし第16項のいずれかに記載の培養装置。

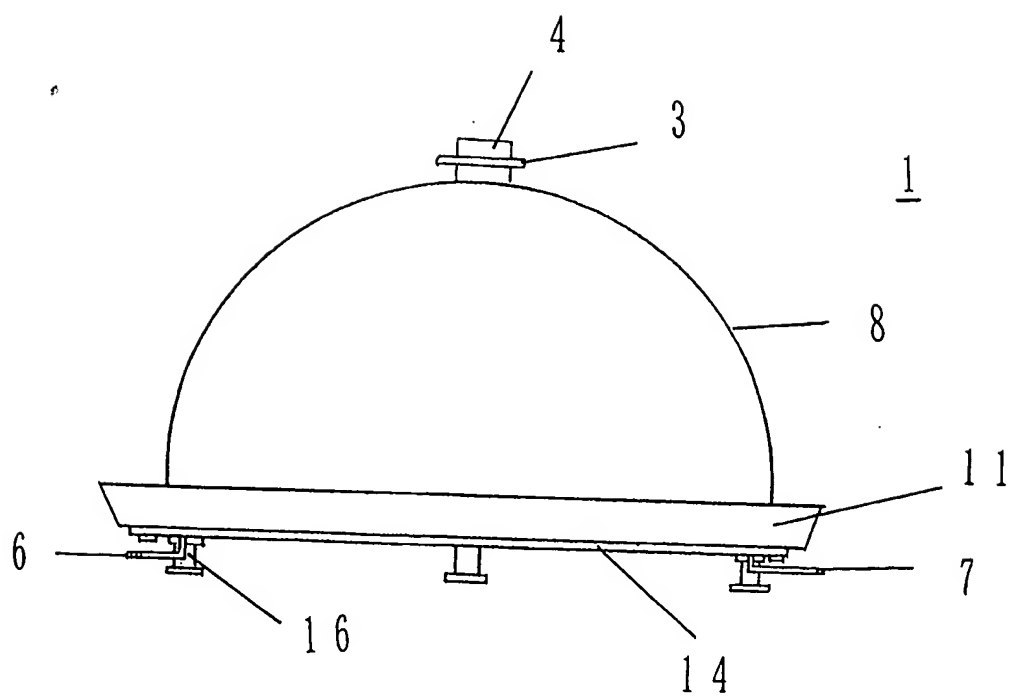
18. ガス吐出装置の2つの方形基板の少なくとも一方に重量調節手段が設けられていることを特徴とする請求の範囲第12項ないし第17項のいずれかに記載の培養装置。

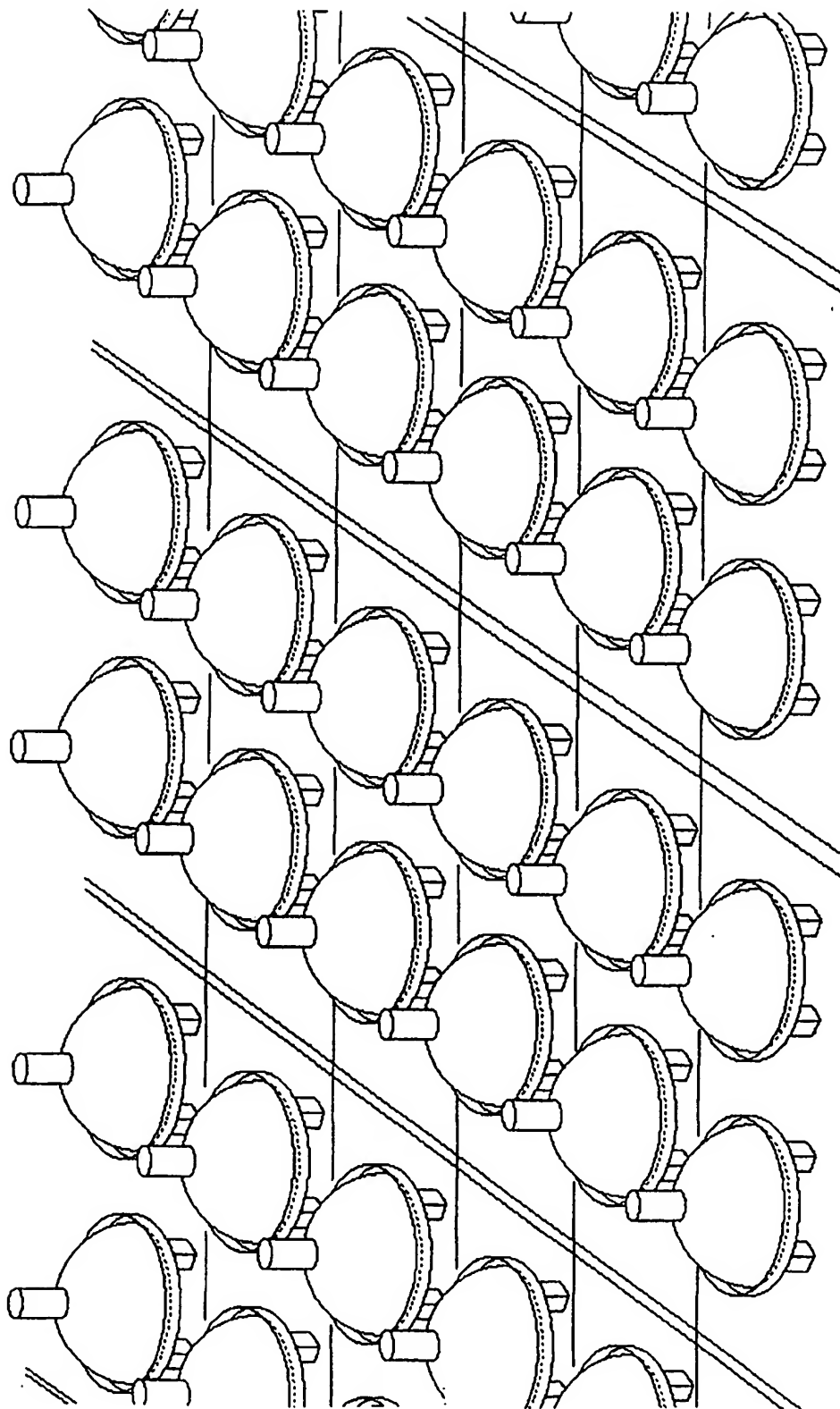


第 2 図



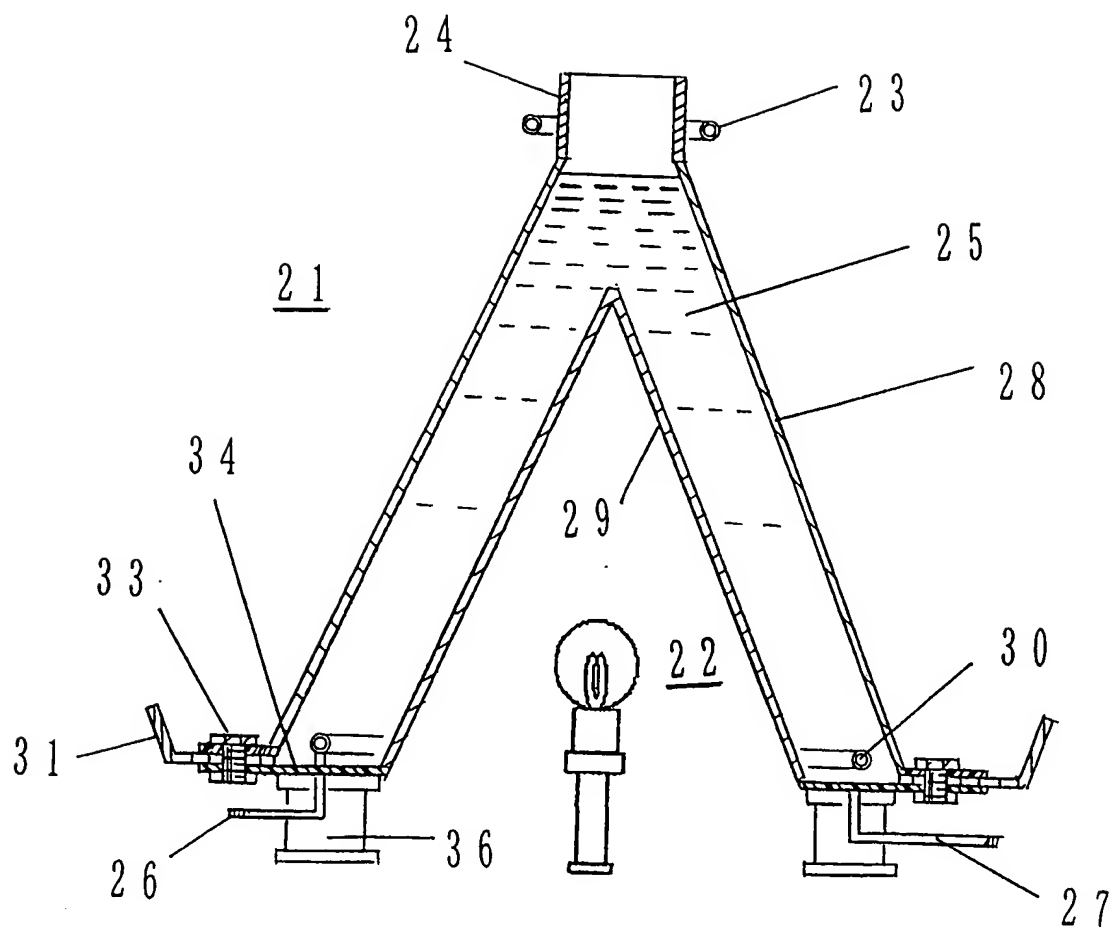
第 3 図





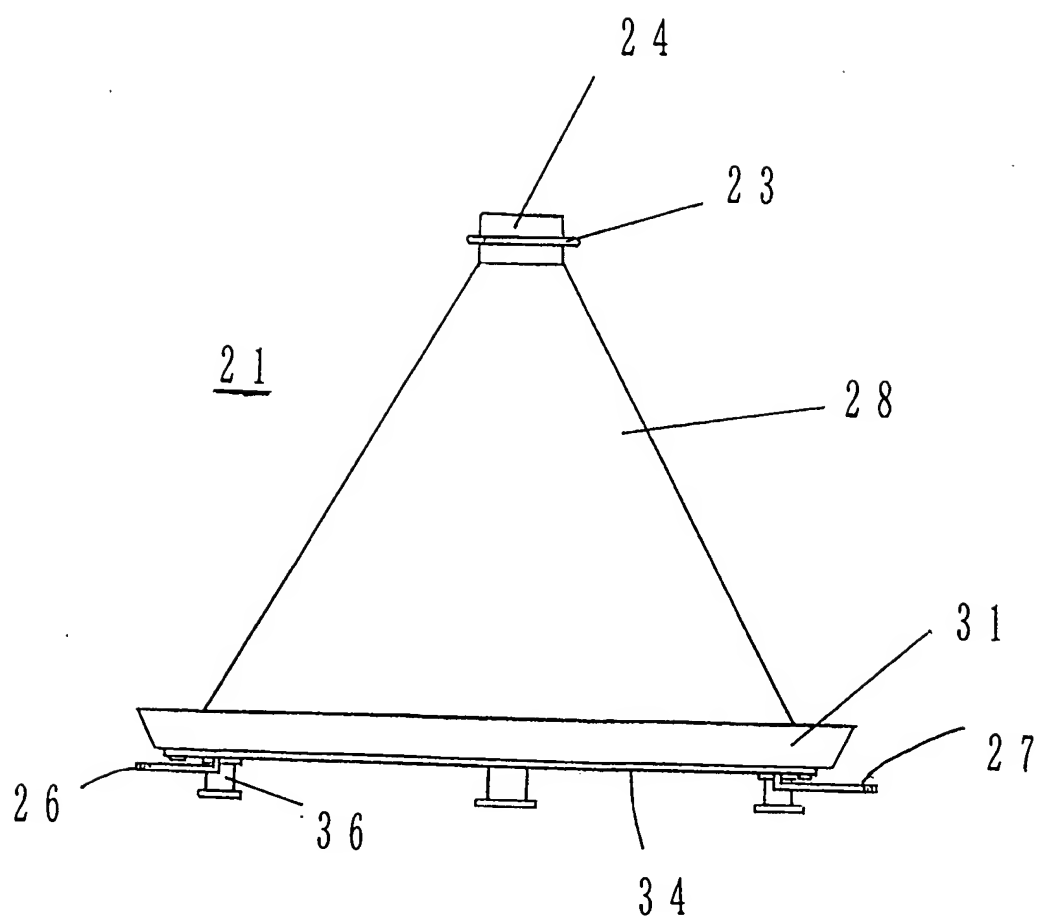
第 4 図

第 5 図

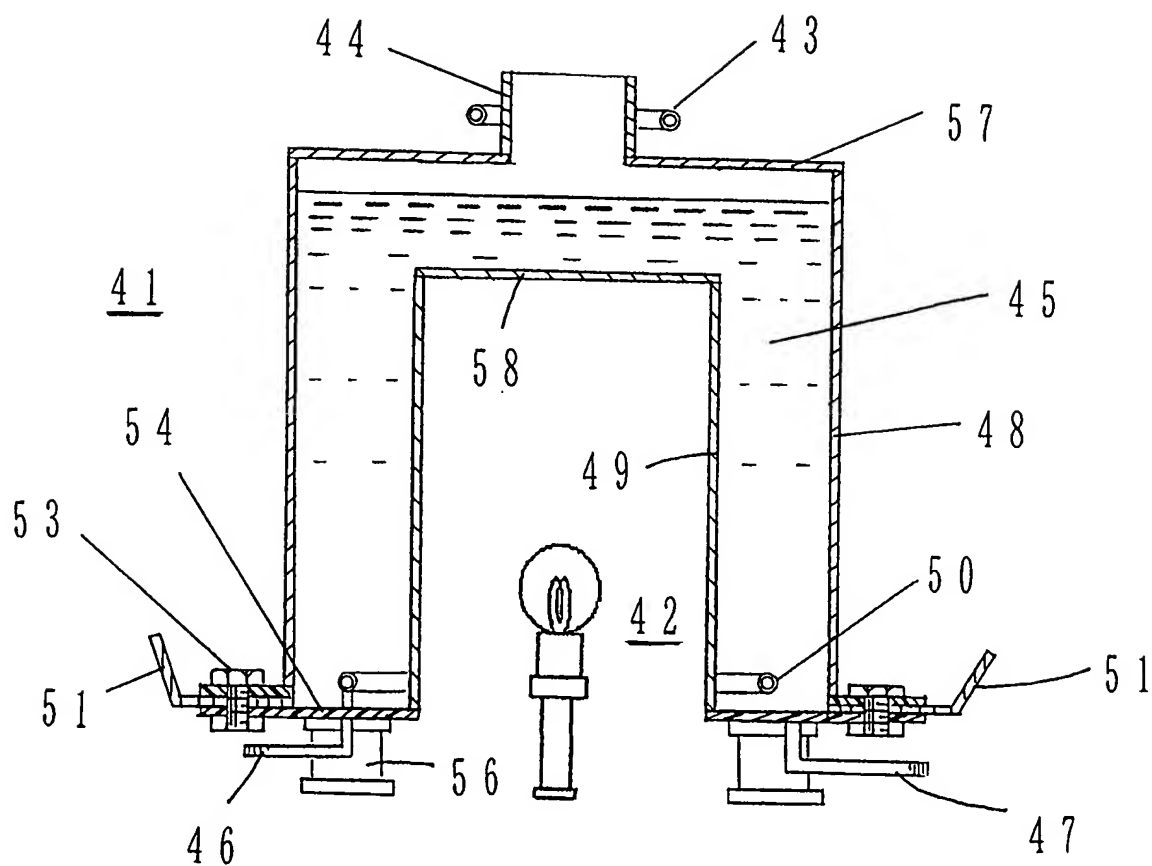




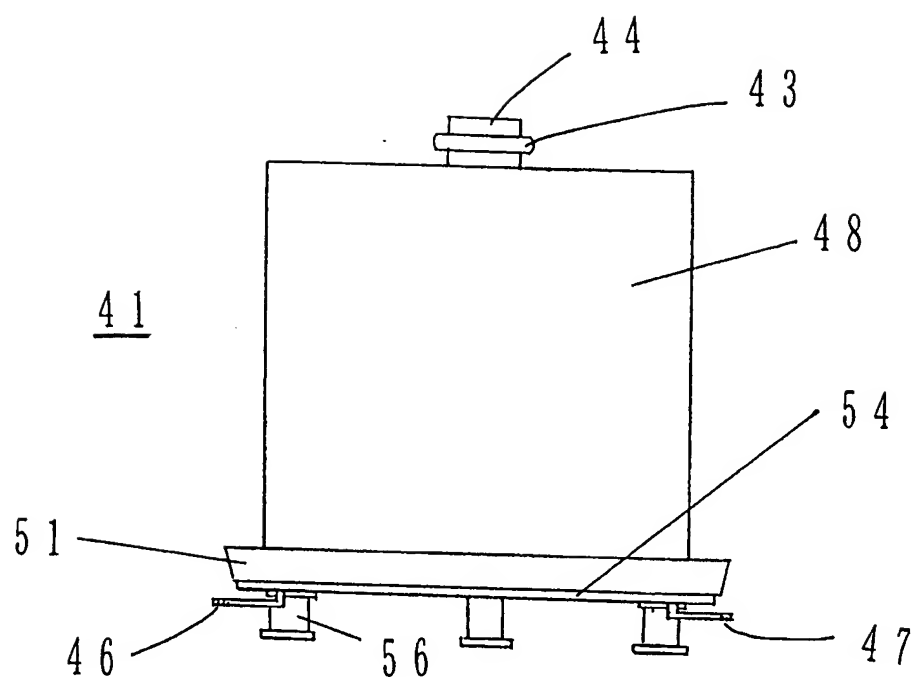
第 6 図



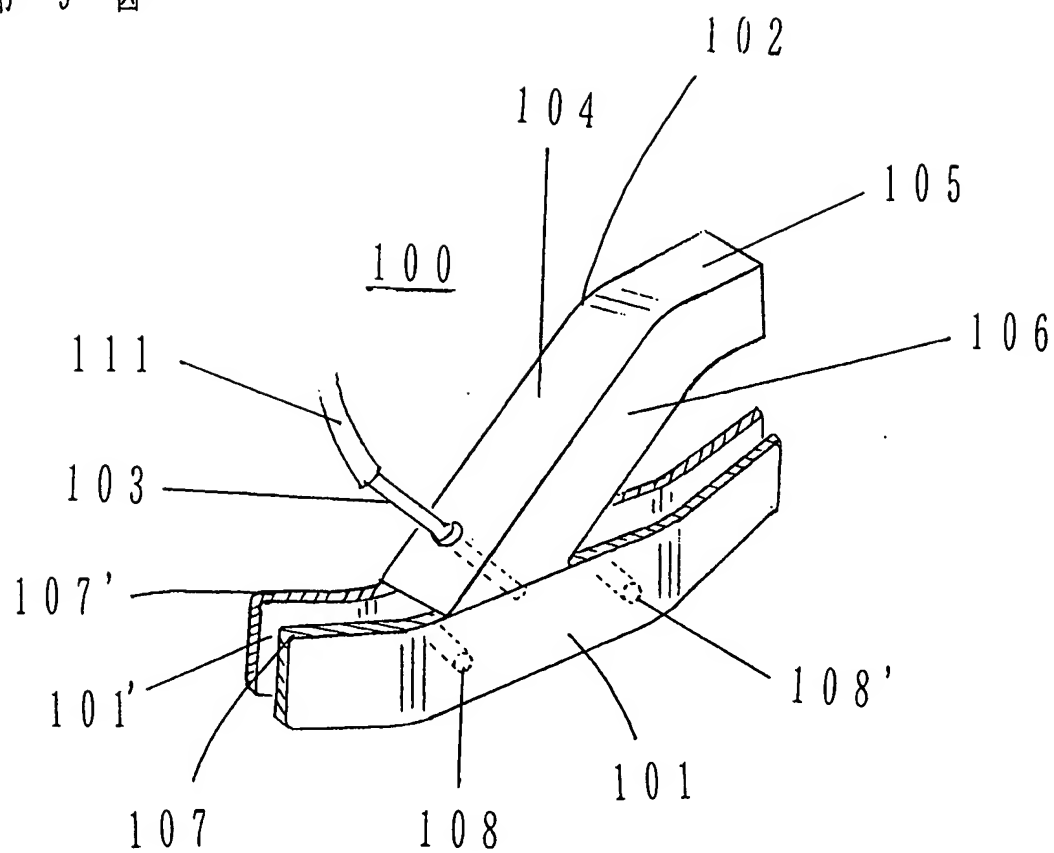
第 7 図



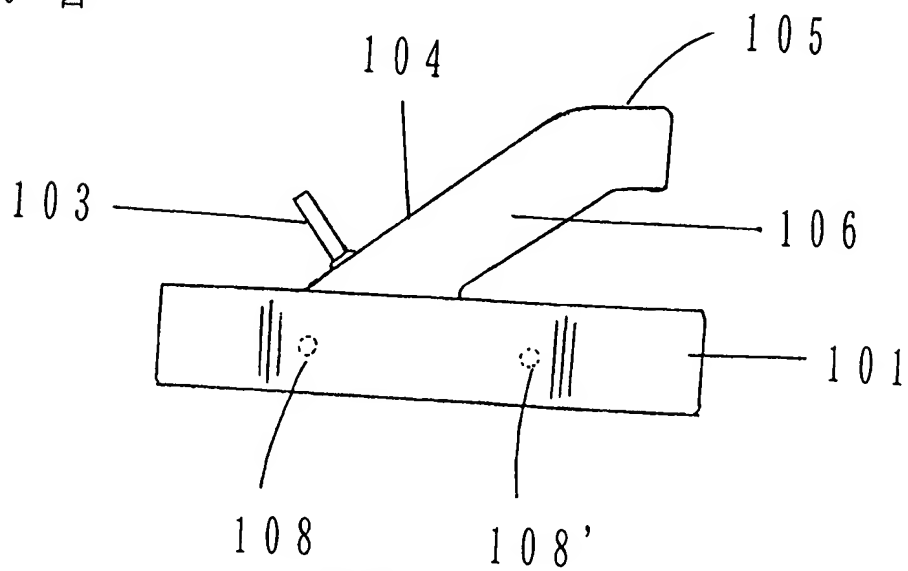
## 第 8 図



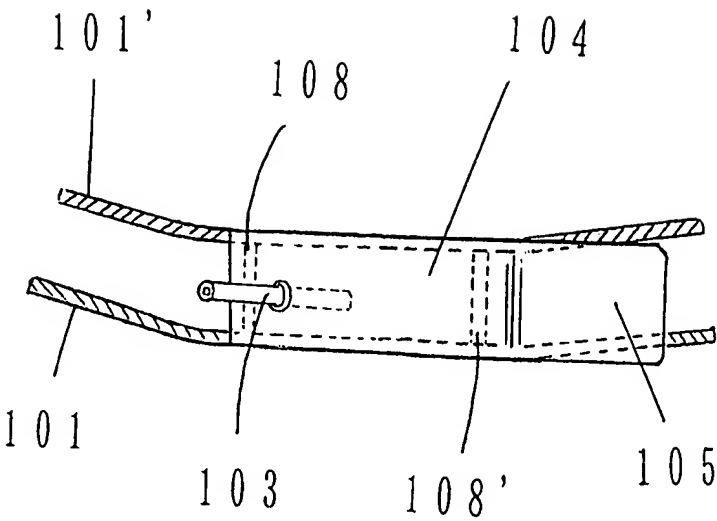
第 9 図



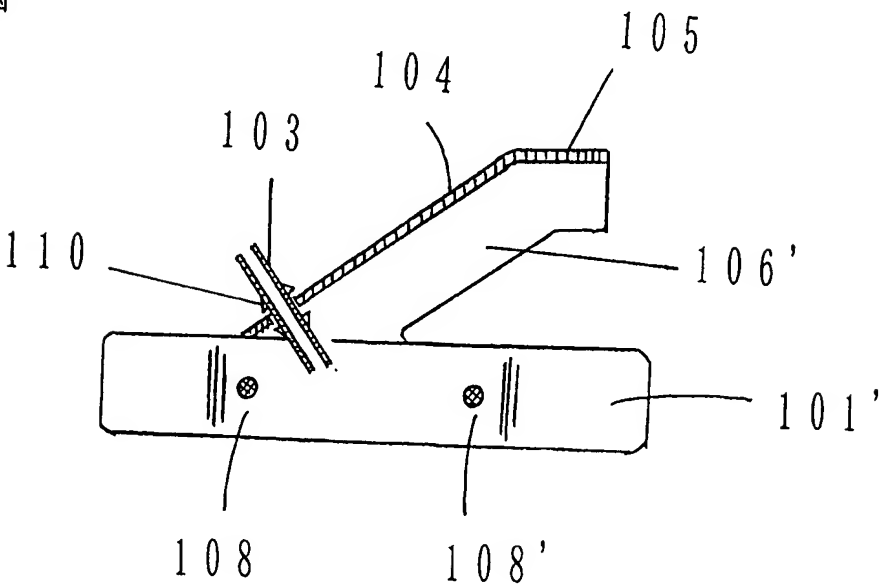
第 10 図



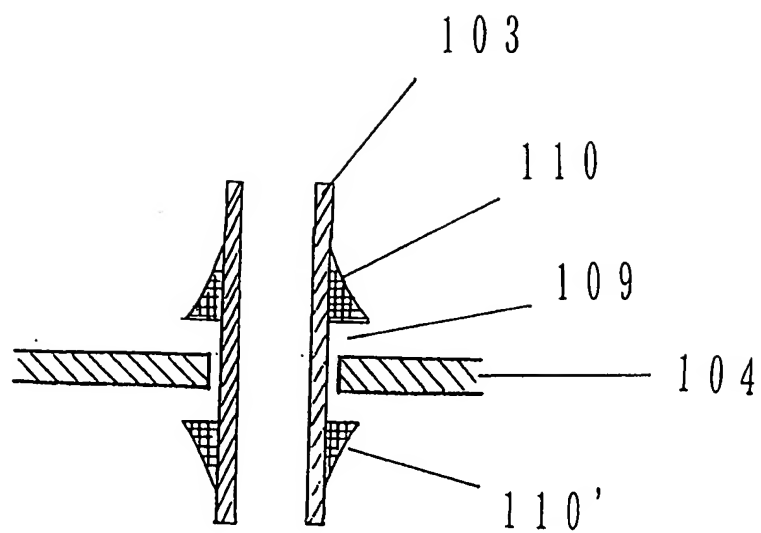
第 11 図



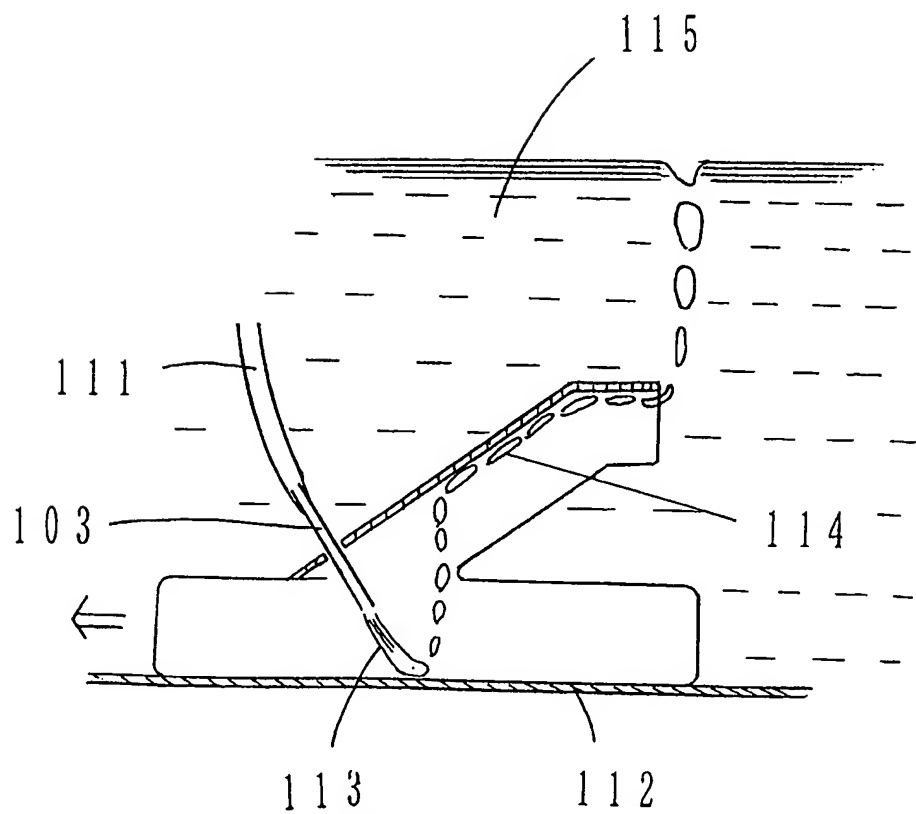
第 12 図



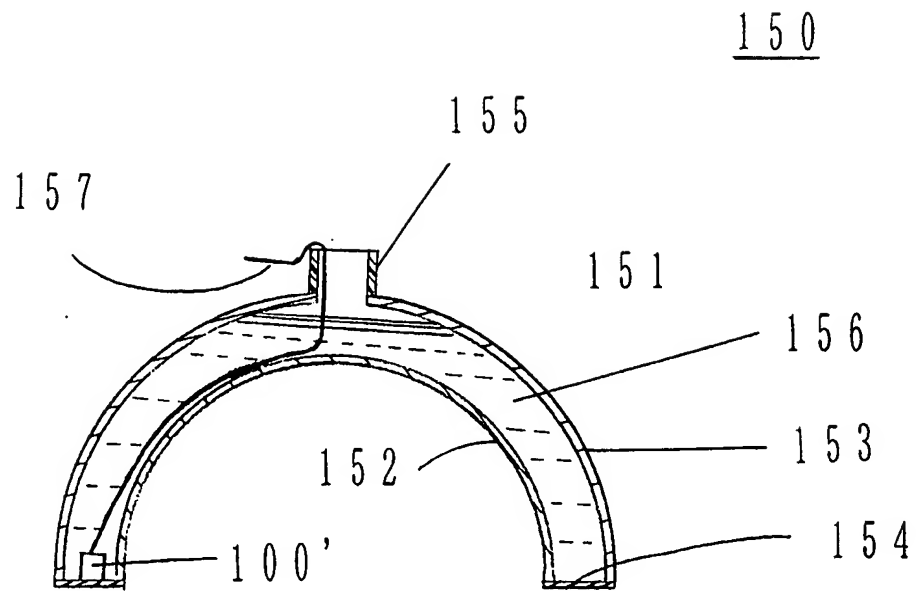
第 13 図



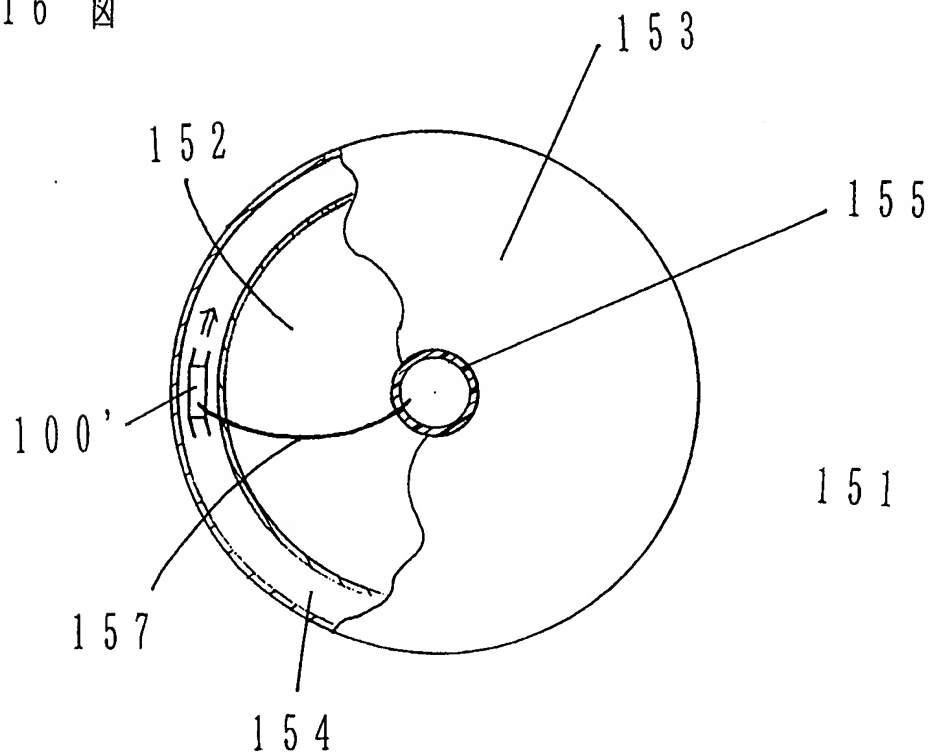
第 14 図



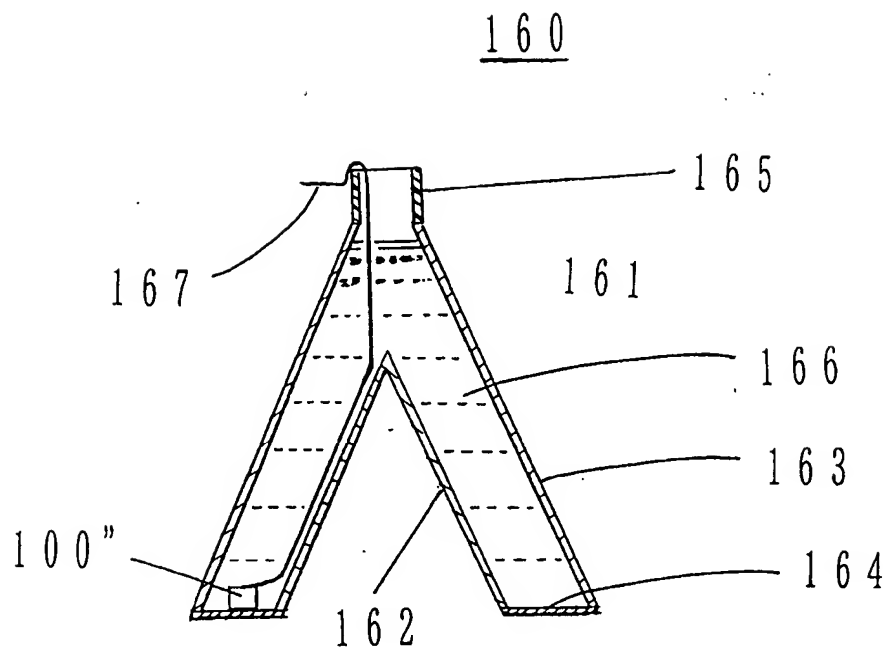
第 15 図



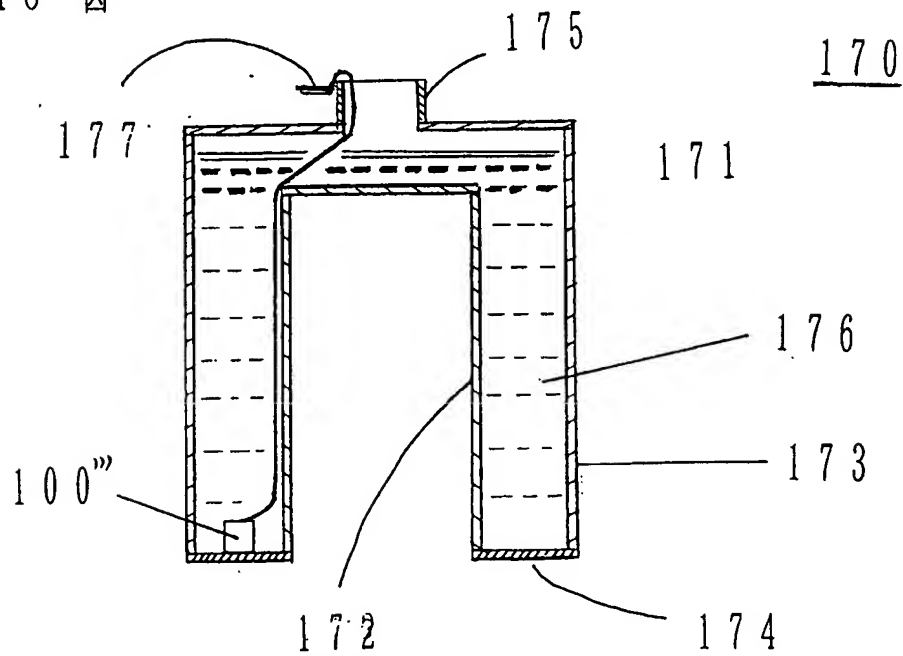
第 16 図



第 17 図

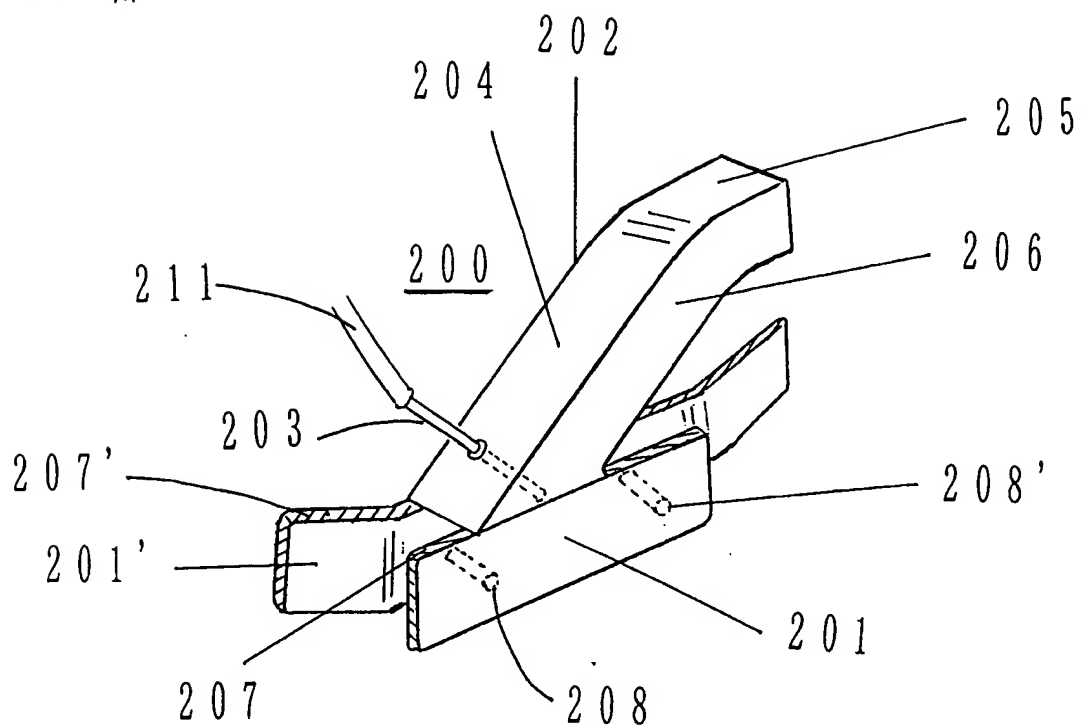


第 18 図

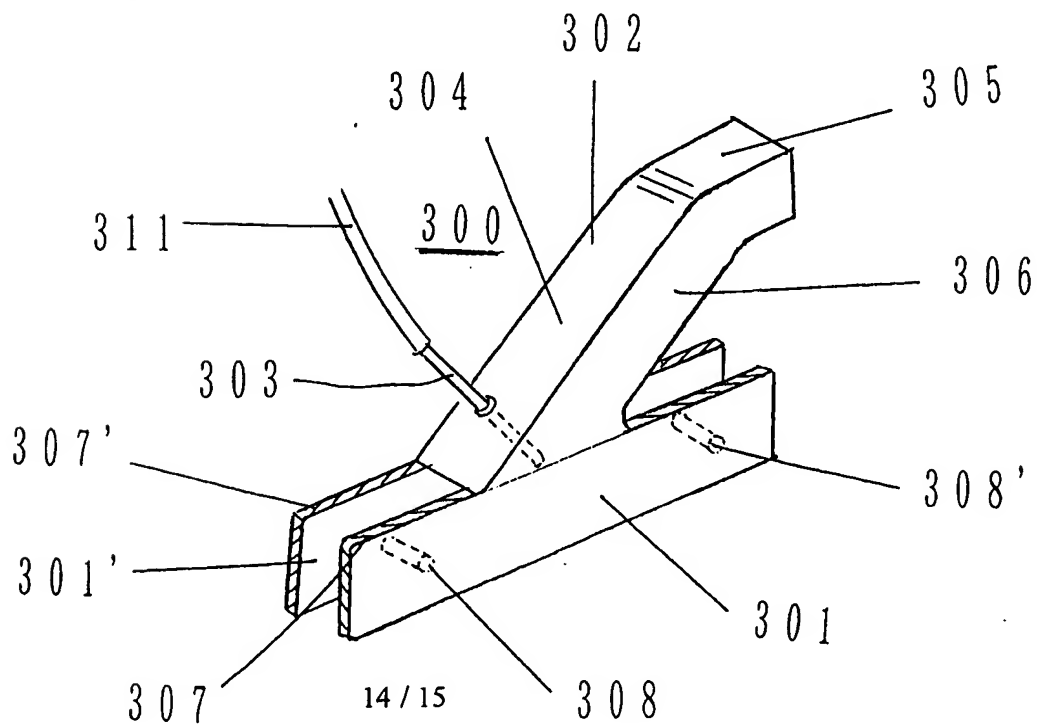




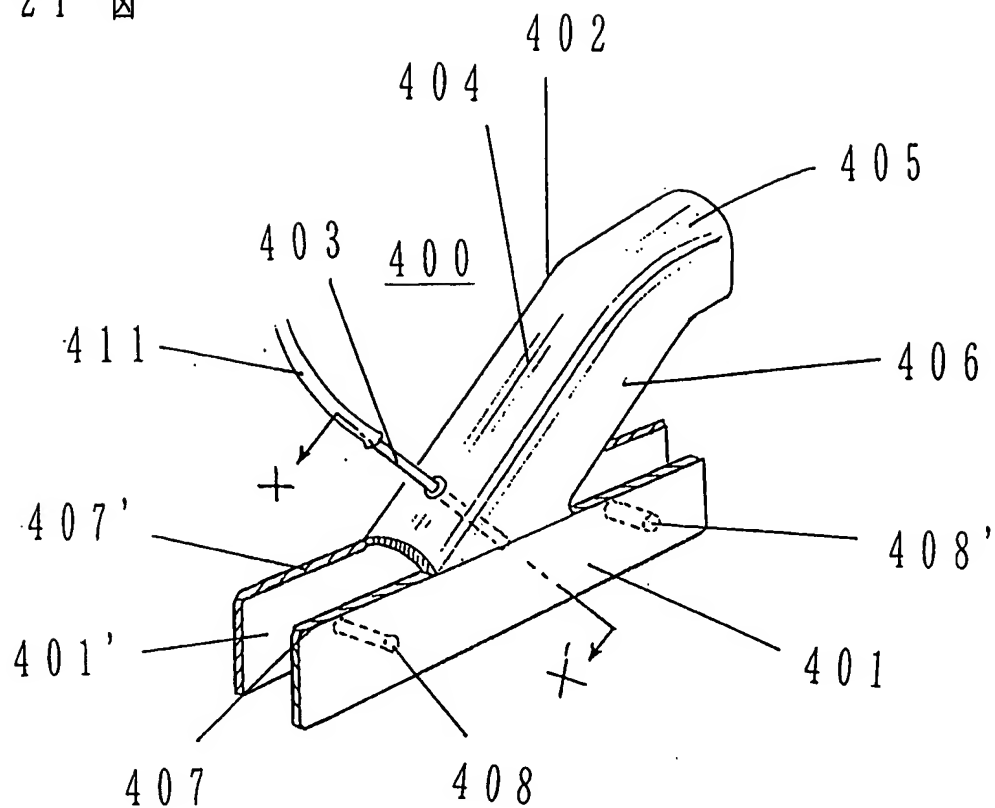
第 19 図



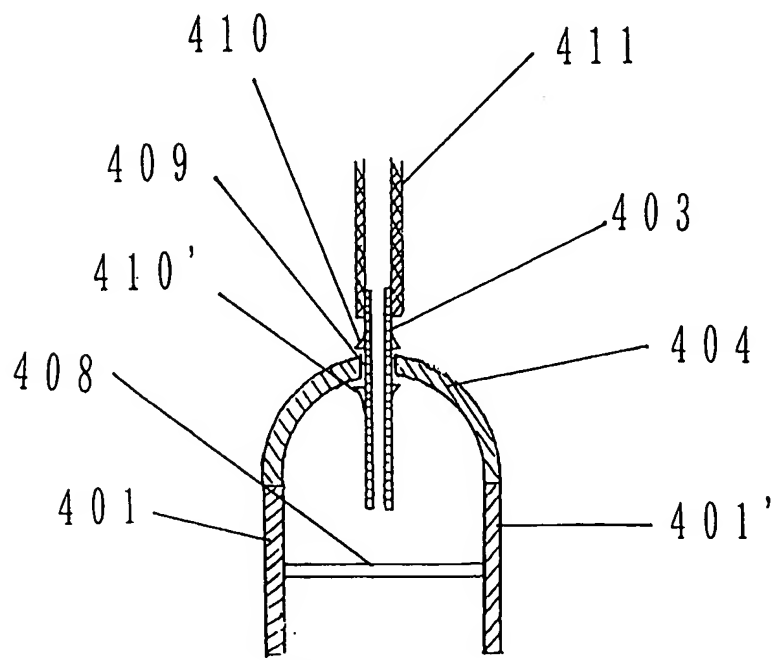
第 20 図



第 21 図



第 22 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> C12M1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> C12M1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
WPI (DIALOG)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 8-38156, A (Maruha Corp.), 13 February, 1996 (13. 02. 96), Full text ; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-18
A	JP, 8-116960, A (Kajima Corp.), 14 May, 1996 (14. 05. 96), Par. Nos. [0015], [0018], Fig. 1 (Family: none)	15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 May, 1999 (14. 05. 99)Date of mailing of the international search report  
25 May, 1999 (25. 05. 99)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> C12M 1/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>6</sup> C12M 1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
WPI (DIALOG)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 8-38156, A (マルハ株式会社) 13. 2月. 1996 (13. 02. 96) 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP, 8-116960, A (鹿島建設株式会社) 14. 5月. 1996 (14. 05. 96) 【0015】、【0018】、第1図 (ファミリーなし)	15

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 05. 99

国際調査報告の発送日

25.05.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富永みどり

電話番号 03-3581-1101 内線 3488

4N 9839